

# „Mit der Physik lässt sich nicht verhandeln“

Wie die Meere das Klima beeinflussen – und selbst unter der globalen Erwärmung leiden

*Aus den Klimamodellen, die am Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK) entwickelt werden, sind sie nicht wegzudenken: die Wassermassen der Meere und Ozeane der Erde. Stehen sie doch in einem ständigen Stoff- und Energieaustausch mit der Atmosphäre. Mit ihren großen Flächen und Tiefen spielen sie als Wärme- und CO<sub>2</sub>-Puffer eine enorm wichtige Rolle im Klimasystem unseres Planeten. Doch dies fordert einen hohen Preis: Die Meere verändern sich stärker denn je. Nicht nur hinsichtlich biologischer, sondern auch chemischer und physikalischer Prozesse. Petra Görlich sprach darüber mit Stefan Rahmstorf. Er leitet am PIK die Forschungsabteilung „Erdsystemanalyse“ und ist an der Universität Potsdam Professor für Physik der Ozeane.*

**Herr Prof. Rahmstorf, können Sie sich noch an Meeren erfreuen?**

Ja, sehr. Auch in diesem Jahr hat unsere Familie den Urlaub an der Ostsee verbracht und sehr genossen. Bis März dieses Jahres war ich übrigens für einen Forschungsaufenthalt ein halbes Jahr in Sydney. Das Meer lag da fast vor der Haustür. Ich habe dort sogar Wellenreiten gelernt.

**Sie beschäftigen sich mit dem Meer als „Klimamaschine“. Inwieweit auch mit ihm als wertvolles ökologisches System?**

Wir forschen hier am PIK auch zur Versauerung der Meere, insbesondere zur Aufnahme und Speicherung von CO<sub>2</sub> im Ozean und den Folgen für den pH-Wert. Die CO<sub>2</sub>-Menge steigt aufgrund unserer fossilen Emissionen nicht nur in der Luft, sondern auch im Meer. Das ist ein sehr großes Problem, denn CO<sub>2</sub> in Wasser gelöst, bildet Kohlensäure. Unsere Meere sind schon jetzt um 30 Prozent saurer als vor einem Jahrhundert, das schadet kalkbildenden Organismen wie etwa den Korallen. In Australien konnte ich mir auf dem Great Barrier Reef dazu die Experimente der Queensland University ansehen, wo Korallen in Tanks mit mehr CO<sub>2</sub> im Wasser gezüchtet werden. Das Resultat ist deprimierend. Auch viele der

*Stefan Rahmstorf am Pazifischen Ozean während eines Forschungsaufenthalts in Sydney.*

Foto: Nick Cubbin

unscheinbaren Kleinstlebewesen im Ozean, die am Anfang vieler Nahrungsnetze stehen, bilden Kalkschalen – was ihnen teils schwerer fällt, wenn das Wasser versauert. Wenn wir so weitermachen, werden sich gegen Ende des Jahrhunderts sogar Muscheln im Meerwasser auflösen, weil die Säure die Schalen angreift. Für mich wäre dies schon alleine Grund genug, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß auf Null herunterzufahren – selbst wenn das Kohlendioxid gar keine Klimawirkung hätte.

**Apropos Klima. Die Arktis, die sich im Vergleich zu anderen Regionen der Welt doppelt so schnell erwärmt, scheint eine große Rolle bei seiner Veränderung zu spielen. Wissenschaftler Ihrer Abteilung haben eine Verlangsamung des sogenannten Jet Streams nachgewiesen. Was passiert genau?**

Die überproportionale Erwärmung der Arktis führt zu einer Abschwächung des Temperaturgefälles zwischen den warmen Subtropen und den Polargebieten. Auf einer rotierenden Kugel, wie es die Erde ist, bilden sich Strömungen senkrecht zum Temperaturgradienten und den dadurch vorhandenen Druckunterschieden. Das ist in den mittleren Breiten der Jet Stream. Unsere Datenauswertungen, die wir in „Science“ publiziert haben, zeigen, dass sich die Strömung in den letzten Jahrzehnten abgeschwächt hat und der Jet Stream verstärkt große Wellen schlägt. Wenn sich diese Wellen aufschaukeln, führt das zu starken Wetterextremen.

**Am PIK werden Mechanismen identifiziert, die zu bestimmten Wetterlagen führen. Wie groß ist jedoch die Zufallskomponente im Wettergeschehen?**

Sie ist stark. Das ist wie beim Würfeln. Dahinter stehen dennoch bestimmte Gesetzmäßigkeiten. Die statistische Häufigkeit, mit der bestimmte Extreme passieren, nimmt durch

die globale Erwärmung zu. Es wird weiter gewürfelt, aber jetzt steht gleich zweimal die Sechs auf dem Würfel.

**Wissenschaftler, unter anderem der University of Alaska in Fairbanks, haben im bodennahen arktischen Meerwasser auffallend viele Methangasteilchen entdeckt. Wie hoch schätzen Sie die Gefahr ein, die davon für das Klima ausgeht?**

Es gibt in der Tat große Methanvorkommen in den Sedimenten am dortigen Meeresboden. Sie liegen in Form von sogenannten Hydraten vor. Man kann das auch Methaneis nennen. Holt man es an Bord eines Schiffes, sieht es fast so aus wie Eis, aber es brennt, wenn es angezündet wird. Die Methanhydrate existieren nur unter ganz bestimmten Temperatur- und Druckverhältnissen. Steigt die Temperatur, können sie ihre Stabilitätsgrenze überschreiten und instabil werden. Dann blubbern sie als gasförmiges Methan aus dem Meeresgrund hervor, steigen auf und gelangen teilweise in die Atmosphäre. Das hängt von der Temperatur am Meeresgrund ab. Der Vorgang verstärkt zusätzlich den Treibhauseffekt.

**Wie dramatisch ist das?**

Bislang nicht sehr. Denn es dauert lange, bis die Erwärmung von der Oberfläche bis in den Meeresgrund vordringt. Langfristig entsteht

aber eine Treibhausgasquelle, die wir nicht mehr stopfen können. Für viele Jahrhunderte, wahrscheinlich Jahrtausende. Und zwar auch dann, wenn wir unsere Treibhausgasemission längst auf Null gesenkt haben. Da droht der Kontrollverlust über das System.

***Ist dieses Risiko schon in den heutigen Klimamodellen berücksichtigt?***

Nein, weil das noch kaum berechenbar ist. Es wird als zusätzliche Gefahr diskutiert. Die Szenarien des Weltklimarates sind daher tendenziell konservativ.

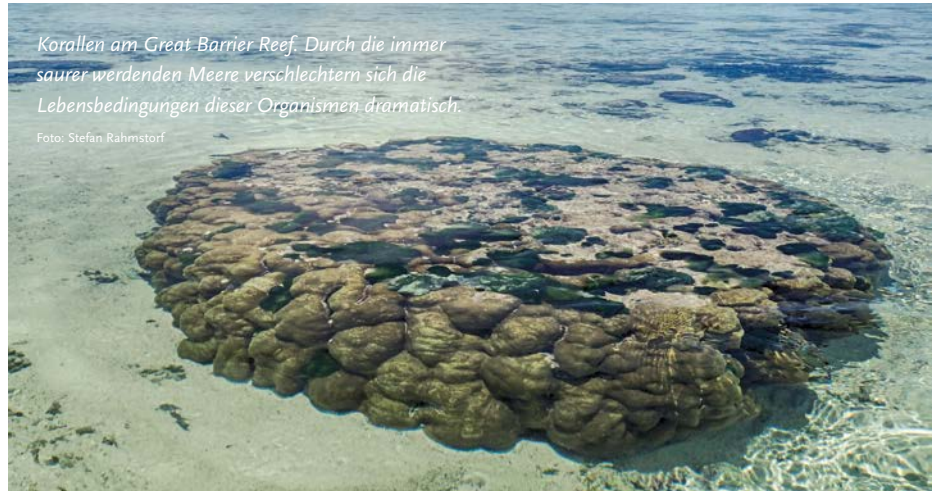
***Eindeutig steht dagegen fest, dass der Meeresspiegel pro Jahrzehnt um drei Zentimeter steigt ...***

Richtig, das ist eine logische Folge der globalen Erwärmung. Denn das Meerwasser dehnt sich aus und zugleich schrumpfen die Kontinentaleismassen. So fließt zusätzliches Wasser ins Meer. Doch der Meeresspiegel ist ein sehr träger Teil des Klimasystems. Der Anstieg beginnt nur langsam, ist aber dann über Jahrhunderte kaum zu stoppen. Wir haben in Grönland und der Antarktis genug Eis, um den globalen Meeresspiegel um über 60 Meter anzuheben. Das bedeutet, dass wir es uns nur leisten können, einen winzigen Bruchteil davon zu verlieren, ohne große Küstenstädte und ganze Inselstaaten zu versenken

***Sie erforschen seit längerem einen verlängerten Arm des Golfstroms, den Nordatlantikstrom.***

***Warum interessiert er Sie so?***

Die Strömung hat großen Einfluss auf das Leben im Meer und auf das Klima, aber sie ist instabil. Erdgeschichtliche Daten zeigen, dass sie schon öfter abrupt umgekippt ist. Im vergangenen Jahr haben wir Belege dafür veröffentlicht, dass sich die Strömung seit dem frühen 20. Jahrhundert abschwächt. Aus dem Muster der Temperaturveränderungen konnten wir auf die Strömung schließen, denn Strömungsmessungen gibt es nur sporadisch. Während sich praktisch die gesamte Erde erwärmt, kühlt sich eine Region südlich



*Korallen am Great Barrier Reef. Durch die immer saurer werdenden Meere verschlechtern sich die Lebensbedingungen dieser Organismen dramatisch.*

Foto: Stefan Rahmstorf

von Grönland ab. Es ist genau die Region, die durch das nordatlantische Strömungssystem erwärmt wird. Anhand von sogenannten Proxydaten – gewonnen aus Eisbohrkernen, Sedimenten, Baumringen oder Korallen – konnten wir zeigen, dass es seit eintausend Jahren dort nicht so kalt war wie in den letzten Jahrzehnten. Diese Abkühlung deutet auf eine Abschwächung der Strömung hin. Im letzten Jahr gab es dort sogar Rekordkälte, während der Rest des Planeten das wärmste Jahr seit den Wetteraufzeichnungen erlebt hat.

***Das Pariser Klimaabkommen von Ende vergangenen Jahres gab Anlass zu Optimismus. Teilen Sie ihn?***

Das ist schon ein historisches Abkommen. Die Chancen, die Erderwärmung noch auf 1,5 Grad zu begrenzen, sind allerdings gering. Hierfür müsste sehr rasch und viel entschlossener umgesteuert werden als bislang erkennbar. Die Erwärmung unter zwei Grad zu halten, ist aber noch machbar und angesichts der sonst drohenden Folgen auch dringend notwendig. Hoffnung macht die Geschichte des Kyoto-Protokolls, das von den Industriestaaten, die sich damals verpflichtet haben, um ein Mehrfaches übererfüllt wurde: weil es sich als gar nicht so schwer erwiesen hat, die Treibhausgas-Emissi-

onen vom Wirtschaftswachstum abzukoppeln. Noch befinden wir uns allerdings nicht an dem Punkt, an dem der Klimaschutz die nötige Fahrt aufgenommen hat. Aber der Siegeszug der erneuerbaren Energien, den wir jetzt erleben, besitzt schon eine ungeheure Dynamik, auch wenn er von der Bundesregierung aktuell leider gebremst wird. Dies und der u.a. in China neuerdings sinkende Kohleverbrauch gibt durchaus Anlass zu vorsichtigem Optimismus.

***Auch ohne Kontrollmechanismen auf internationaler Ebene?***

Wir haben nun mal keine Weltregierung. Niemand kann souveräne Staaten zu etwas zwingen. Aber das Thema Emissionsminderung wird oben auf der Agenda bleiben, weil die zunehmenden Extremereignisse immer wieder daran erinnern. Mit der Physik kann man nicht verhandeln und keine Kompromisse schließen.

Die globale Erwärmung ist angesichts der großen erdumspannenden Gefahren ein klassischer Fall für das Vorsorgeprinzip: Wir müssen die globale Erwärmung stoppen. Deshalb kommt es darauf an, dass die Menschen in ihren Ländern genug Druck auf ihre Regierungen ausüben, die Pariser Beschlüsse auch umzusetzen. ■